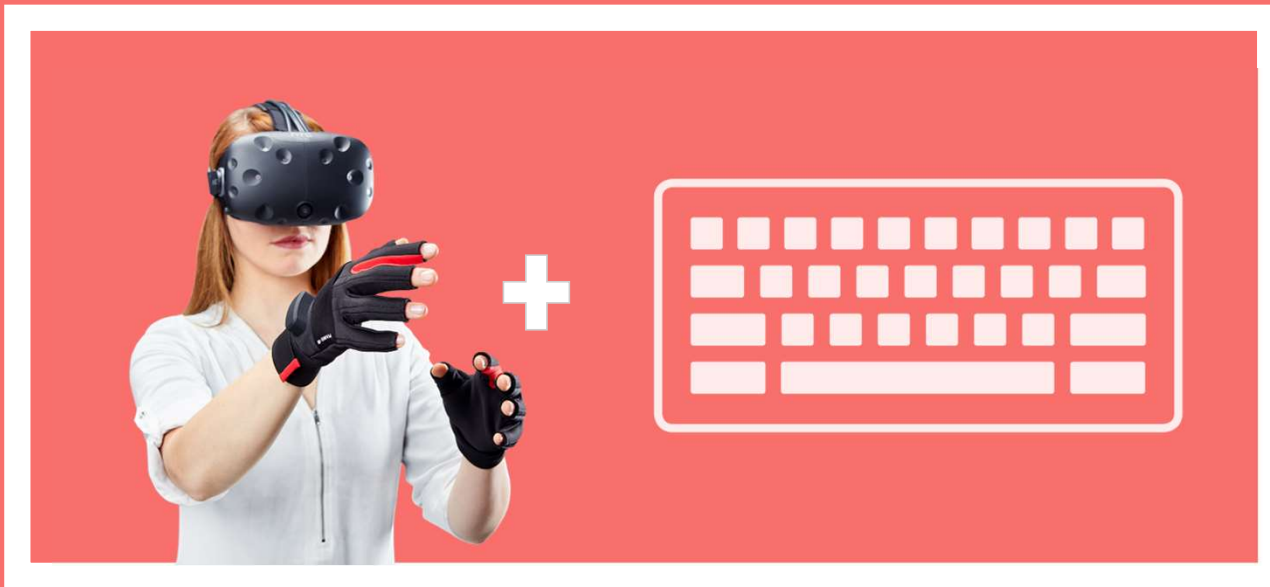


# HCI Project



햅틱 가상 키보드

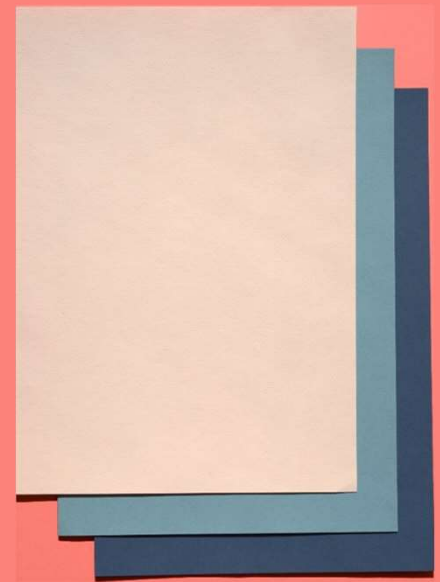
9조

2018110649 김지현

2016103926 김승채

# 목차

- 01 **Needfinding**
- 02 **Ideation**
- 03 **First Prototype**
- 04 **First Evaluation**
- 05 **Second Prototype**
- 06 **Second Evaluation**
- 07 **Final Result**





## 목표 설정

컨트롤러를  
사용한  
가상 키보드 사  
용의 불편함

손가락 10개를  
모두 사용한  
가상 키보드

클릭 감을  
위한  
햅틱 피드백



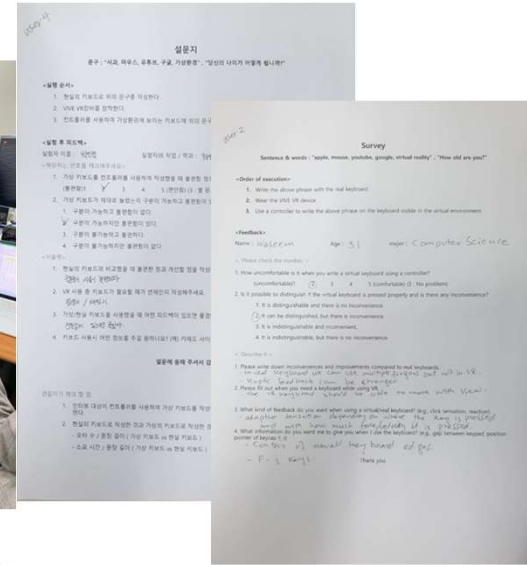
기존의 컨트롤러를 사용한 가상 키보드를  
Leap Motion을 사용하여 열 손가락을 트래킹하도록 하고  
클릭감을 위해 진동감을 주는 것을 목표로 한다.

Needfinding

# Interview

인터뷰  
대상

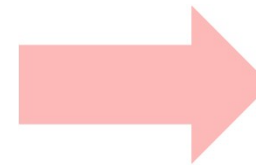
**Experts / Beginners**  
Computer science 대학생 2명  
타과생 1명  
컴퓨터공학과 학생 1명



실제 키보드와 가상 키보드의 타이핑 문구에 따른 소요 시간과 오타수

글자수	5	5	7	6	14	12	15
단어	apple	mouse	youtube	google	virtual reality	How old are you	where are you from
user1 (실제)시간	2.6	1.99	3.81	3.87	5	6.9	7.8
(실제)오타	0	0	0	0	0	2	0
(가상)시간	16.2	19.42	14.7	6.11	28.46	16.76	21.79
(가상)오타	0	2	0	0	1	0	3
user2 (실제)시간	2.85	2.27	1.95	1.74	4.53	3.14	5.26
(실제)오타	1	0	0	0	0	0	0
(가상)시간	4.4	3.8	5.49	6.44	13.64	9.54	8.4
(가상)오타	3	0	0	0	1	0	0
user3 (실제)시간	1.42	1.68	3	1.35	3.97	5	5.58
(실제)오타	0	0	0	0	0	1	1
(가상)시간	3.21	7.04	5.11	4.25	13.61	21.88	16.39
(가상)오타	0	0	0	1	0	2	3
user4 (실제)시간	2.29	4.03	3.01	1.78	4.48	5.1	4.25
(실제)오타	1	3	1	0	0	1	1
(가상)시간	6.02	8.03	8.47	6.98	16.4	30.2	23.29
(가상)오타	0	0	0	0	0	3	0

4명의 실제 키보드의 소요 시간 평균 : 0.408  
4명의 가상 키보드의 소요 시간 평균 : 1.382  
실제 키보드의 오타 평균 : 3  
가상 키보드의 오타 평균 : 4.75



소요 시간 3배  
오타 1.5배

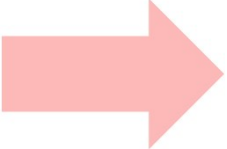
# NEEDS & INSIGHTS

## Needs

- 실험을 하기 전 가상 키보드 사용법에 대한 교육이 필요하다.
- 실제 키보드에선 여러 손가락을 사용 가능하지만 가상 키보드에선 불가능해서 속도가 느리다.
- 햅틱 피드백이 더욱 강하게 왔으면 좋겠다.
- 실제 키보드에서는 키패드의 중간, 끝 부분 어디를 누르는지, 얼마나 빠르게 강하게 누르는지에 따라 다른 햅틱 피드백을 받을 수 있다.
- 전체적인 키보드의 끝부분을 파악할 수 있으면 좋겠다.
- F J처럼 위치를 알 수 있는 포인터가 있으면 좋겠다.
- 키보드가 사용자의 시선을 따라 다니면 좋겠다.
- 장비 인식이 불안정하다.
- 반투명하게 키보드만들 수 있으면 좋겠다.
- 컨트롤러 사용이 불편하다.
- 키보드를 눌렀을 때 진동과 같은 것으로 알려주면 좋겠다.

## INSIGHTS

- VR을 경험해보지 못한 유저에게 컨트롤러를 사용한 타이핑은 사전 교육이 필요하다.
- 실제 키보드는 두 손을 다 쓰는 데에 비해 컨트롤러 사용에서는 한 손만 사용하는 경우가 있었다. 그로 인해 컨트롤러 두개 중 하나는 방치되는 경우가 있다.
- 유저마다 원하는 피드백의 강도가 다르다. 어떤 유저는 진동이 주는 피드백 때문에 손이 저리다고 하며, 어떤 유저는 피드백이 더 컸으면 좋겠다고 한다.
- 가상의 키보드에서도 실제 키보드처럼 키패드 사이의 간격을 인지하고 싶어한다.
- 실제 키보드를 사용할 때 F, J의 위치 포인터의 인지가 크다.
- 키보드 위치를 자유롭게 바꾸고 싶어한다.
- 사용자마다 편한 키보드의 위치가 있다.
- 가상 키보드를 사용하면서도 다른 어플리케이션을 사용하는데 방해받고 싶지 않다.
- 장비를 사용하는 도중 통신이나 장비 연결이 끊길 수 있다.
- 어떤 사용자에게는 컨트롤러 자체가 생소하여 거부감이 들 수 있다.
- 컨트롤러를 사용한 타이핑은 실제 키보드에 비해 현저히 속도가 떨어진다.
- 사용하는 유저마다 원하는 키보드의 투명도가 다르다.

- 
- 1.[Expert] wants to [여러 손가락을 다 이용해 타이핑 하고 싶다.] because [실제 키보드에서는 여러 손가락을 이용해 타이핑하지만 가상 키보드에서는 2개의 컨트롤러를 이용하여 입력하기 때문에 속도가 느리다.]
  - 2.[Expert] wants to [유동적인 햅틱 피드백을 원한다.] because [어떤 경우는 진동 때문에 손이 저리기도하며, 어떤 때는 진동이 작아 더 큰 피드백이 필요할 때가 있다.]
  - 3.[Beginner] wants to [가상의 키보드에서도 실제 키보드처럼 키패드 사이의 간격을 인지하고 싶어한다.] because [실제 키보드는 각 키패드 사이의 간격과, F, J의 위치 포인터 덕분에 키패드들의 위치를 실시간으로 파악할 수 있다.]

# Persona and Storyboard 1



이름 : 김가연

나이 : 36살

직업 : 가상현실 관련 프로그래머

성격 : 꼼꼼함, 계획적, 규칙적, 효율적

- 가상환경 오피스에서 근무 중
- 실제 키보드를 들고 다니며 일을 하는 중
- 컨트롤러도 사용해봤지만 불편함
- 컨트롤러의 진동이 너무 강하거나 약해서 문제가 있었음
- 가상 키보드가 실제 키보드처럼 타이핑 빠르고 편하면 좋겠음
- 키보드를 들고 다니지 않길 원함
- 클릭의 피드백을 원함
- 햅틱 피드백을 상황에 따라 조절하고 싶음

## Design Goal

1. 립 모션을 사용하여 따로 키보드를 들고 다니지 않아도 된다.
  2. 진동 옵션에 따라 원하는 강도의 진동세기로 피드백을 받을 수 있다.
  3. 진동 피드백은 물론 키보드가 눌렸을 때 눌린 키는 아래로 내려갔다 올라오며 클릭 소리를 내는 피드백을 제공한다.
- (시각, 청각, 촉각 피드백)





# Persona and Storyboard 2



이름 : 이성재

나이 : 13살

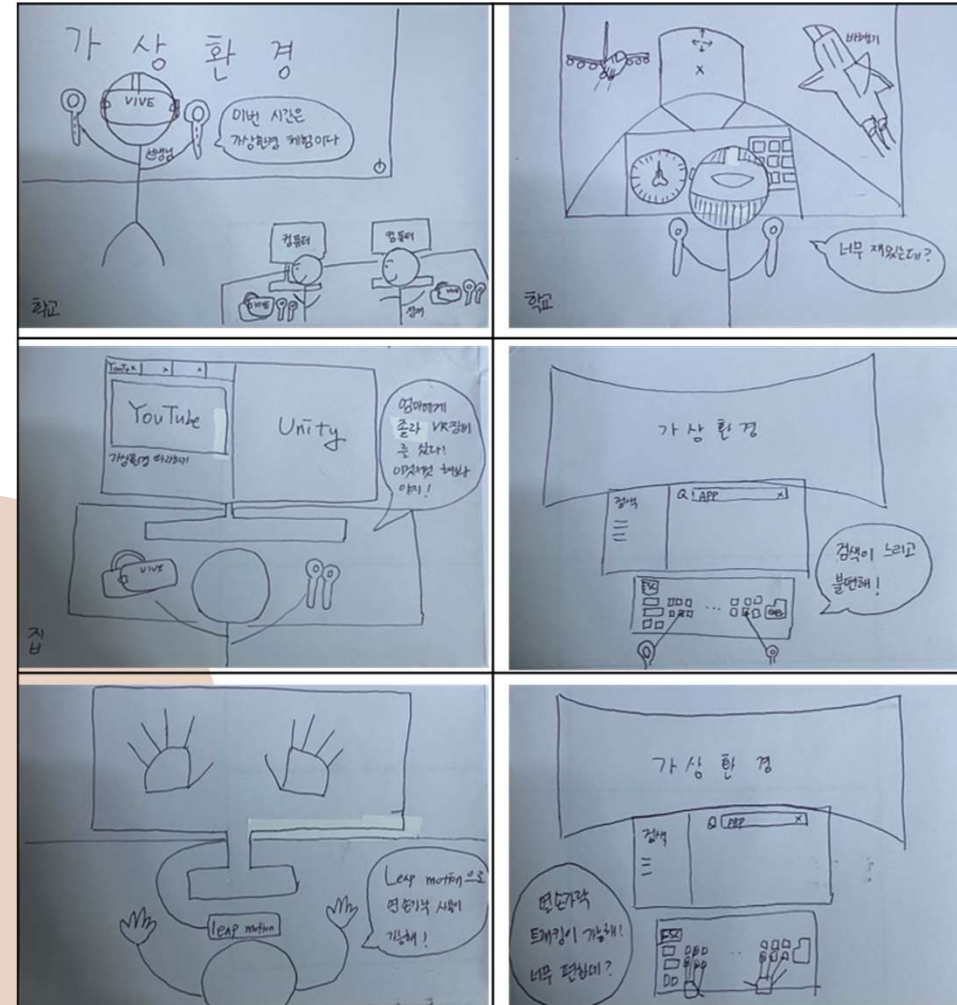
직업 : 초등학교생

성격 : 다양한 것에 관심이 많음, 관심이 생기면 몰두함

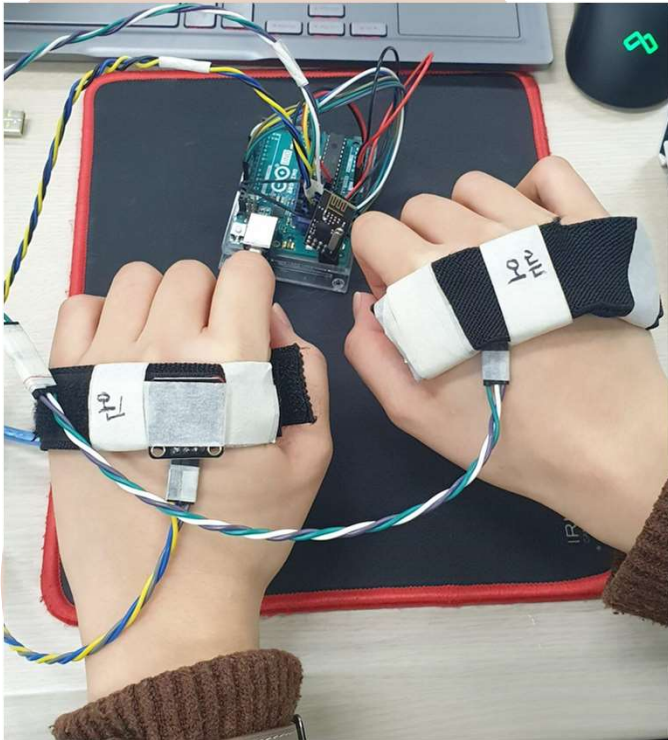
- 13살 초등학교 재학중
- 자율학습 시간에 가상환경을 접하게 됨
- 가상환경에 흥미가 생겨 VR장비를 구입함
- 가상환경으로 여러가지를 하던 중 검색 시 컨트롤러를 사용한 키보드에 불편함을 느낌
- 가상 키보드가 실제 키보드처럼 열 손가락으로 사용하고 싶음.

## Design Goal

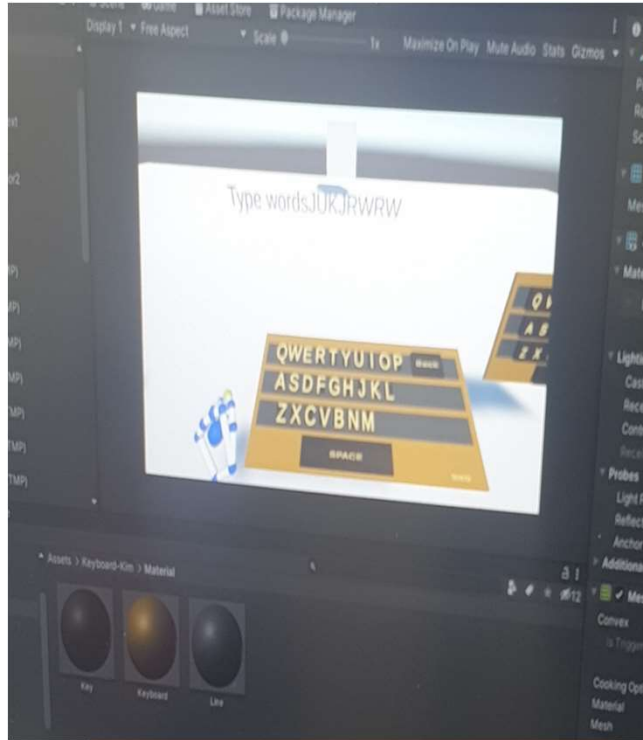
1. 기존의 컨트롤러를 사용한 키보드 사용의 불편함을 해소하고자 립 모션을 사용하여 열 손가락 트래킹을 통해 실제 키보드와 비슷한 경험을 줄 수 있다.
2. 가상 환경에 키보드를 띄워 키보드의 간격을 알 수 있게 하고 F,J의 키캡의 색상을 다른 키캡과 다르게 주어 인식을 쉽게 하여 키보드 사용을 편리하게 한다.



## First Prototype



아두이노



유니티



립모션



# First Prototype



# First Evaluation

## Wants

- 사용자들이 원하는 진동 세기 정도
- 컨트롤러 타이핑에 비교한 오타율과 타자 시간

## Experiment

- Type : Bottomline data
- 피실험자 : 전공자 2명, 비전공자 2명
- 가설 : 사람들은 진동 세기를 각자 원하는 데로 조절하기를 원할 것이다.
- Dependent variable : 진동 세기 모드  
진동 세기 : [기본값 : 220 ] [약 : 150 ] [강 : 255 ] [없음 : 0 ]
- Independent variable : Leap motion 위치, 가상 키보드 종류
- DV를 어떻게 측정할지?
  - 기본 진동세기로 실험을 진행한 후, 진동 세기의 만족도를 조사한다.
  - 그 후 진동 세기를 바꿔가며 만족도를 다시 조사한다.
  - 실험 후 피실험자에게 가장 만족스러웠던 진동은 무엇이며, 진동을 고정하고 싶은지 유동적으로 바꾸고 싶은지 질문한다.

# First Evaluation 결과

## 설문지

1번 설문지

문구 : "apple, mouse, youtube, google, virtual reality", "How old are you?"

<실험 순서>

간단한 사용법을 설명한다.  
HMD와 햅틱 장치 장비를 장착한다.  
1분 가량 연습할 시간을 갖는다.  
실시간 피드백을 제공한다.  
햅틱 장치의 진동 세기를 평가한 후, 진동 세기를 평가하는 대로 바꿔가며 사용한다.

<실험 후 피드백>

<제외하는 변수를 제거해주세요>

1. 가상 키보드를 손가락들로 사용하여 작성했을 때의 불편한 정도는?  
(불편함) 1 2 3 4 5 (편안함) (3: 별 문제 없음)

2. 햅틱 장치가 주는 기본 세기에 대한 점수를 준다면?  
(4분 측정) 1 2 3 4 5 (4분 측정) (3: 적당함)

3. 가장 만족했던 순서대로 진동 세기에 1등부터 4등까지 점수를 표시해주세요.  
(가장 만족) 1 2 3 4 5 (가장 만족) 1 2 3 4 5

설문지 작성: [작성한 날짜 / 작성자]

2번 설문지

문구 : "apple, mouse, youtube, google, virtual reality", "How old are you?"

<실험 순서>

간단한 사용법을 설명한다.  
HMD와 햅틱 장치 장비를 장착한다.  
1분 가량 연습할 시간을 갖는다.  
실시간 피드백을 제공한다.  
햅틱 장치의 진동 세기를 평가한 후, 진동 세기를 평가하는 대로 바꿔가며 사용한다.

<실험 후 피드백>

<제외하는 변수를 제거해주세요>

1. 가상 키보드를 손가락들로 사용하여 작성했을 때의 불편한 정도는?  
(불편함) 1 2 3 4 5 (편안함) (3: 별 문제 없음)

2. 햅틱 장치가 주는 기본 세기에 대한 점수를 준다면?  
(4분 측정) 1 2 3 4 5 (4분 측정) (3: 적당함)

3. 가장 만족했던 순서대로 진동 세기에 1등부터 4등까지 점수를 표시해주세요.  
(가장 만족) 1 2 3 4 5 (가장 만족) 1 2 3 4 5

설문지 작성: [작성한 날짜 / 작성자]

3번 설문지

문구 : "apple, mouse, youtube, google, virtual reality", "How old are you?"

<실험 순서>

간단한 사용법을 설명한다.  
HMD와 햅틱 장치 장비를 장착한다.  
1분 가량 연습할 시간을 갖는다.  
실시간 피드백을 제공한다.  
햅틱 장치의 진동 세기를 평가한 후, 진동 세기를 평가하는 대로 바꿔가며 사용한다.

<실험 후 피드백>

<제외하는 변수를 제거해주세요>

1. 가상 키보드를 손가락들로 사용하여 작성했을 때의 불편한 정도는?  
(불편함) 1 2 3 4 5 (편안함) (3: 별 문제 없음)

2. 햅틱 장치가 주는 기본 세기에 대한 점수를 준다면?  
(4분 측정) 1 2 3 4 5 (4분 측정) (3: 적당함)

3. 가장 만족했던 순서대로 진동 세기에 1등부터 4등까지 점수를 표시해주세요.  
(가장 만족) 1 2 3 4 5 (가장 만족) 1 2 3 4 5

설문지 작성: [작성한 날짜 / 작성자]

4번 설문지

문구 : "apple, mouse, youtube, google, virtual reality", "How old are you?"

<실험 순서>

간단한 사용법을 설명한다.  
HMD와 햅틱 장치 장비를 장착한다.  
1분 가량 연습할 시간을 갖는다.  
실시간 피드백을 제공한다.  
햅틱 장치의 진동 세기를 평가한 후, 진동 세기를 평가하는 대로 바꿔가며 사용한다.

<실험 후 피드백>

<제외하는 변수를 제거해주세요>

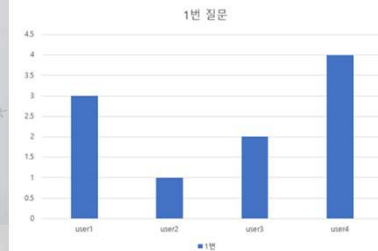
1. 가상 키보드를 손가락들로 사용하여 작성했을 때의 불편한 정도는?  
(불편함) 1 2 3 4 5 (편안함) (3: 별 문제 없음)

2. 햅틱 장치가 주는 기본 세기에 대한 점수를 준다면?  
(4분 측정) 1 2 3 4 5 (4분 측정) (3: 적당함)

3. 가장 만족했던 순서대로 진동 세기에 1등부터 4등까지 점수를 표시해주세요.  
(가장 만족) 1 2 3 4 5 (가장 만족) 1 2 3 4 5

설문지 작성: [작성한 날짜 / 작성자]

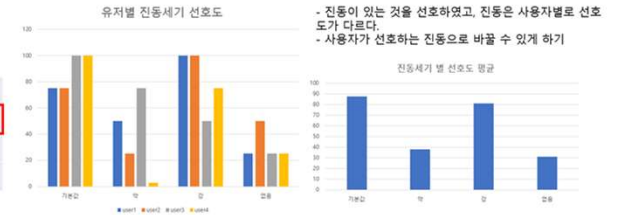
1번 질문: 가상 키보드를 손가락들로 사용하여 작성했을 때의 불편함 정도는? (불편함) 1 2 3 4 5 (편안함) (3: 별 문제 없음)



평균 2.5  
전체적으로 불편했다는 의견이 많았다.

	user1	user2	user3	user4	평균
1번	3	1	2	4	2.5
2번	2	3	3	3	2.75
4번	5	2	5	4	4

3번 질문: 가장 만족했던 순서대로 진동 세기에 1등부터 4등까지 점수를 표시해주세요.

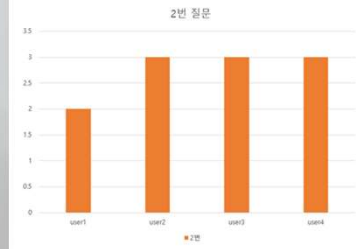


기본 값을 가장 선호하였고, 그 다음으로 강한 세기를 선호하였다.

하지만 약한 진동을 2번째로 선호하는 사람도 있었다. 또한 진동이 없는 것을 선호하는 사람은 없었다.

- 진동이 있는 것을 선호하였고, 진동은 사용자별로 선호도가 다르다.  
- 사용자가 선호하는 진동으로 바꿀 수 있게 하기

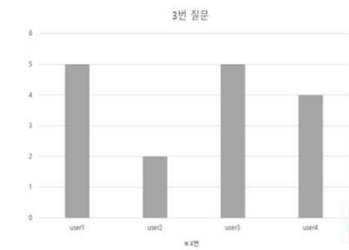
2번 질문: 햅틱 장치가 주는 기본 세기에 대한 점수를 준다면? (너무 약함) 1 2 3 4 5 (너무 강함) (3: 적당함)



평균 2.75  
적당하다는 의견이 주를 이루지만, 더욱 강한 햅틱 피드백을 선택지로 제공하는 것이 좋을 것 같다.

	user1	user2	user3	user4	평균
1번	3	1	2	4	2.5
2번	2	3	3	3	2.75
4번	5	2	5	4	4

4번 질문: 진동의 유무가 타자를 치는 것을 인지하는데 도움이 된다고 생각하는지? (도움 안됨) 1 2 3 4 5 (도움 됨) (3: 보통)



평균 4  
진동 피드백이 타자를 치는데 도움이 된다는 의견이 많다.

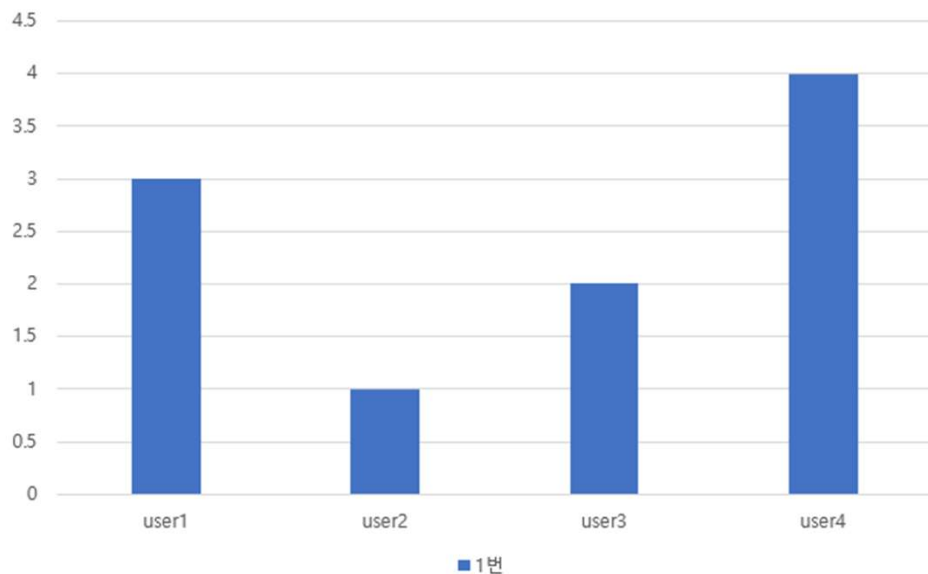
	user1	user2	user3	user4	평균
1번	3	1	2	4	2.5
2번	2	3	3	3	2.75
4번	5	2	5	4	4



# First Evaluation 결과

1번 질문 : 가상 키보드를 손가락들로 사용하여 작성했을 때의 불편함 정도는?  
(불편함) 1 2 3 4 5 (편안함) ( 3 : 별 문제 없음)

1번 질문



평균 2.5

전체적으로 불편했다는 의견이 많았다.

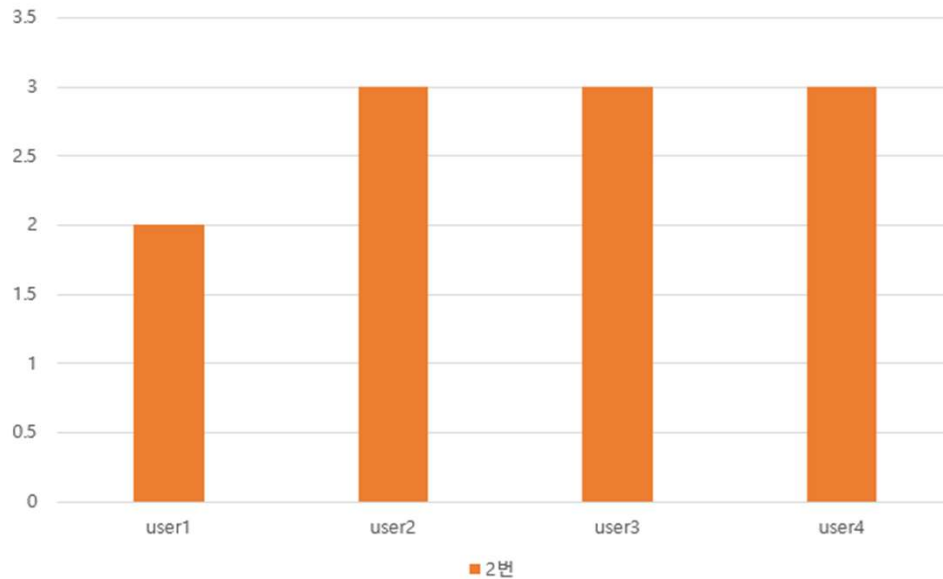
	user1	user2	user3	user4	평균
1번	3	1	2	4	2.5
2번	2	3	3	3	2.75
4번	5	2	5	4	4

# First Evaluation 결과

2번 질문 : 햅틱 장치가 주는 기본 세기에 대한 점수를 준다면?

(너무 약함) 1 2 3 4 5 (너무 강함) (3 : 적당함)

2번 질문



평균 2.75

적당하다는 의견이 주를 이루지만,  
더욱 강한 햅틱 피드백을 선택지로 제공하는  
것이 좋을 것 같다.

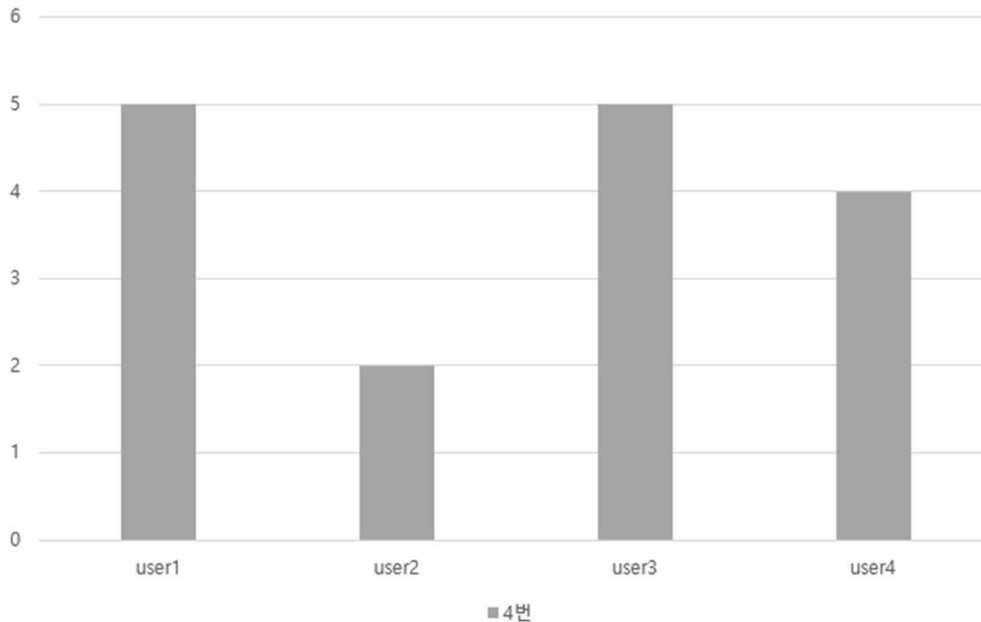
	user1	user2	user3	user4	평균
1번	3	1	2	4	2.5
2번	2	3	3	3	2.75
4번	5	2	5	4	4



# First Evaluation 결과

4번 질문 : 진동의 유무가 타자를 치는 것을 인지하는데 도움이 된다고 생각하는지?  
(도움 안됨) 1                      2                      3                      4                      5 (도움 됨)                      (3 : 보통)

3번 질문



평균 4

진동 피드백이 타자를 치는데 도움이 된다는 의견이 많다.

	user1	user2	user3	user4	평균
1번	3	1	2	4	2.5
2번	2	3	3	3	2.75
4번	5	2	5	4	4

# First Evaluation 결과

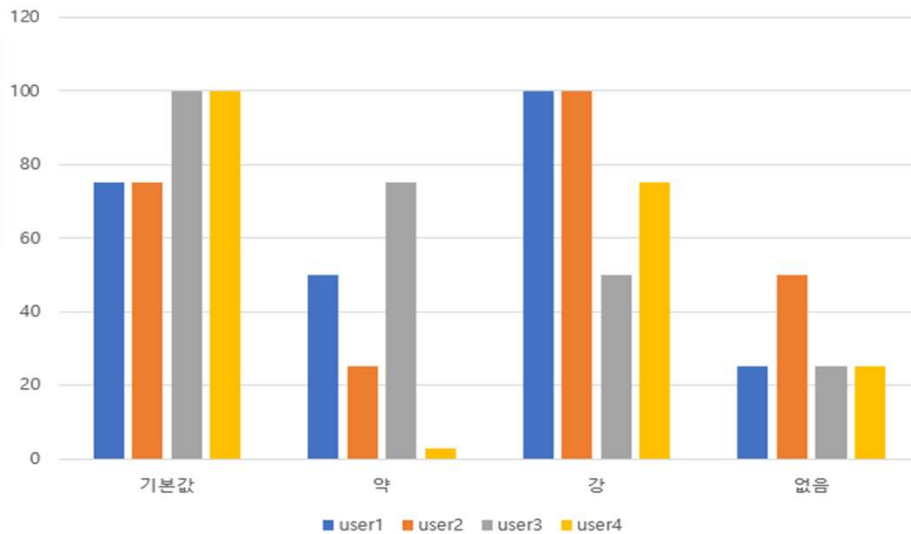
3번 질문 : 가장 만족했던 순서대로 진동 세기에 1등부터 4등까지 등수를 표시해주세요.

기본 값을 가장 선호하였고, 그 다음으로 강한 세기를 선호하였다.

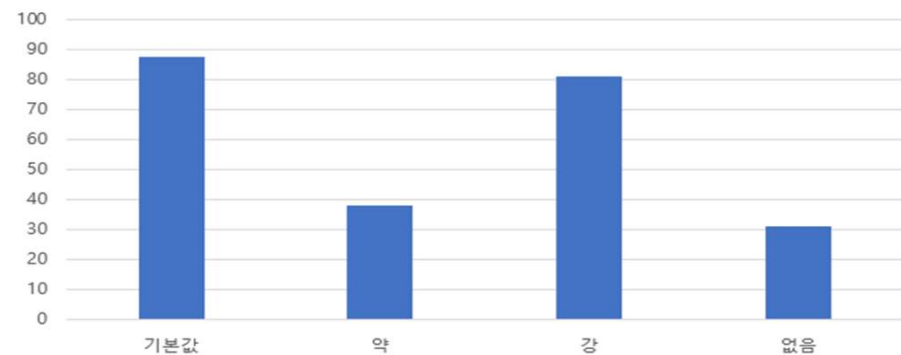
하지만 약한 진동을 2번째로 선호하는 사람도 있었다.  
또한 진동이 없는 것을 선호하는 사람은 없었다.

- 진동이 있는 것을 선호하였고, 진동은 사용자별로 선호도가 다르다.
- 사용자가 선호하는 진동으로 바꿀 수 있게 하기

유저별 진동세기 선호도



진동세기 별 선호도 평균



# First Evaluation

문자수	5	5	7	6
user1	32.26	23.15	37.8	24.06
	5	7	6	4
user2	14.09	12.67	25.48	29.66
	1	0	7	3
user3	4.16	4.93	25.44	13.71
	0	0	3	3
user4	5.45	14.28	33.39	13.36
	0	1	5	2

[ 사용자마다 주어진 문구에 따른 소요시간과 오타수 ]

user1	user2	user3	user4
6.452	2.818	0.832	1.09
4.63	2.534	0.986	2.856
5.4	3.64	3.634286	4.77
4.01	4.943333	2.285	2.226667

[ 각 문구 별 한 글자당 소요 시간 평균 ]  
one-way between- subject ANOVA

분산 분석: 일원 배치법

요약표					
인자의 수준	관측수	합	평균	분산	
Column 1	4	20.492	5.123	1.108263	
Column 2	4	13.93533	3.483833	1.166682	
Column 3	4	7.737286	1.934321	1.709093	
Column 4	4	10.94267	2.735667	2.373431	

분산 분석						
변동의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	22.15679	3	7.385598	4.64688	0.022301	3.490295
잔차	19.07241	12	1.589367			
계	41.2292	15				

컨트롤러 데이터

	글자수	5	5	7	6
	단어	apple	mouse	youtube	google
user1	(실제)시간	2.6	1.99	3.81	3.87
	(실제)오타	0	0	0	0
	(가상)시간	16.2	19.42	14.7	6.11
	(가상)오타	0	2	0	0
user2	(실제)시간	2.85	2.27	1.95	1.74
	(실제)오타	1	0	0	0
	(가상)시간	4.4	3.8	5.49	6.44
	(가상)오타	3	0	0	0
user3	(실제)시간	1.42	1.68	3	1.35
	(실제)오타	0	0	0	0
	(가상)시간	3.21	7.04	5.11	4.25
	(가상)오타	0	0	0	1
user4	(실제)시간	2.29	4.03	3.01	1.78
	(실제)오타	1	3	1	0
	(가상)시간	6.02	8.03	8.47	6.98
	(가상)오타	0	0	0	0

컨트롤러 평균 오타 2.75  
프로토타입 평균 오타 11.75  
-> 프로토타입이 **4.27배** 오타가 많았다

컨트롤러 한 글자당 평균 타자 시간  
1.382초  
프로토타입 한 글자당 평균 타자 시간  
3.31초  
-> 프로토타입이 **2.39배** 오래걸렸다.

# First Evaluation

## 결론

1. 상황에 따라 진동을 사용자가 커스텀할 수 있기를 원함.
2. 립모션은 손가락 트래킹 정확도가 떨어진다.

## 추가 Insight

1. 손가락이 겹쳐서 인식된다.  
(현재 사용중인 립모션의 정확성이 떨어지기 때문에 더 높은 정확성을 가진 장비가 필요하다.)
2. 촉각 피드백(작용 반작용)을 추가적으로 받고 싶다.  
(립모션의 위치를 헤드 or 가슴쪽에 부착하여 바닥을 터치하며 누를 수 있게 한다)
3. 글자가 작아 어떤 키를 입력했는지 인지가 어렵다.  
(키패드 크기는 그대로 두고, 글자 크기를 키운다.)
4. 키보드에 위치 포인터를 느낄 수 없어, 손을 어디다 뒹아할지 파악이 어렵다.  
(F, J의 키보드 키캡 색상을 다르게 한다.)

## Second Prototype

CCXXBBNJMKSE

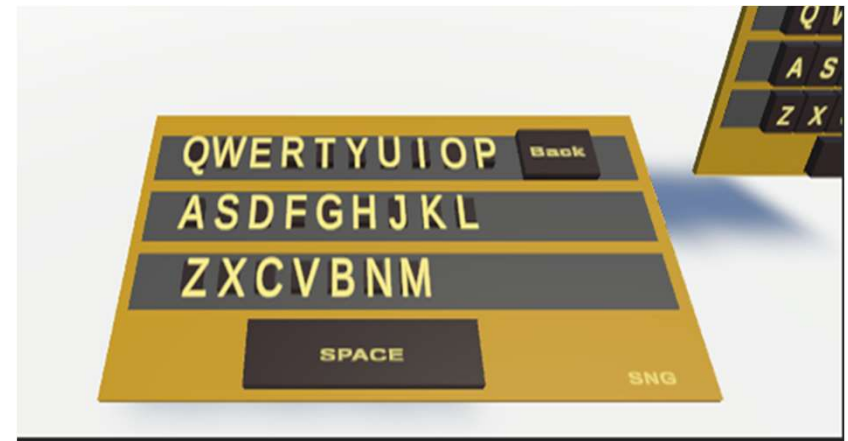
개선 전



2. F, J의 색을 다르게 하여 위치 포인터 기능 부여



1. 글자는 키우고 키캡의 매쉬를 줄여 중복인식 완화



3. 조건문을 추가하여 소리 싱크 문제 해결

```
if (keyHit == true)
{
    if(keyCanBeHitAgain == true)
    soundHandler.PlayKeyClick();
    keyCanBeHitAgain = false;
    keyHit = false;..
    transform.position += new Vector3(0, -0.05f, 0);
}

if (transform.position.y< originalYPosition)
{
    transform.position += new Vector3(0, 0.001f,0);
    keyCanBeHitAgain = false;
}
else
```



# Second Evaluation

## Wants

- 촉각 피드백(작용 반작용)을 위해 립모션 위치를 수정하여 편한 위치를 찾는다.

## Experiment

- Type : Process data
- 피실험자 : 경험자 2명
- 립모션의 위치에 따른 테스트
  - 위(삼각대) :
    - 손을 책상에 두고 거치대를 사용하여 립모션의 위치를 설정한다.
  - 사용자 헤드(HMD) :
    - VR 장비에 립모션을 부착한다.



# Second Evaluation

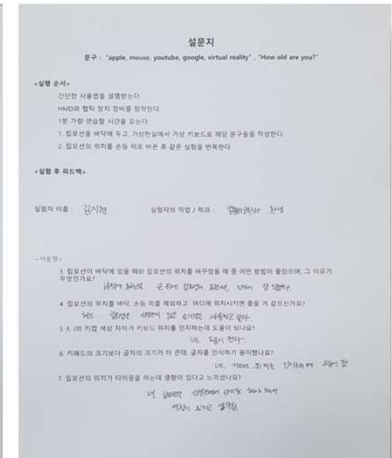
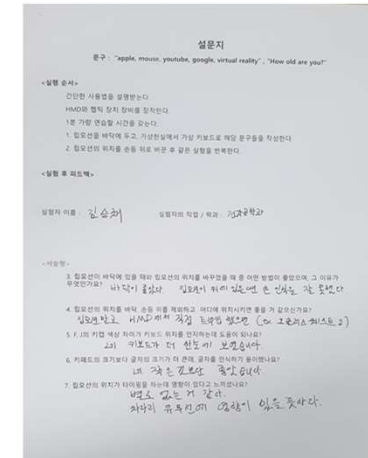
## 결과

1. 립모션 위치 : 위  
손바닥에 비해 손등의 인식률이 떨어진다.
2. 립모션 위치 : 사용자 헤드  
립모션과 책상 사이의 거리가 너무 멀어  
립모션이 손을 인식하기 위한 최대 거리보다 길어진다.

## Insight

1. 오쿨러스 퀘스트2 처럼 HMD에서  
직접 손을 트래킹하는 방법을 쓰는 것
2. 책상을 통한 작용 반작용 피드백이 있는 것이 더 도움이 된다.

→ 립모션을 **바닥**에 두는 것이 현재 가장 나은 방법  
트래킹 장비가 발전한다면 책상 타이핑이 더욱 좋은 방법  
[ 립모션이 위에 있을 때 손등 인식률이 떨어지는 영상 ]



# Final Result

## 기존 목표

1. 컨트롤러의 시간적 단점을 해결하기 위해 립모션을 사용하여 열 손가락을 모두 사용하도록 한다.
2. 클릭감을 위해 진동을 주도록 하고 사용자들이 원하는 진동의 세기를 유동적으로 바꿀 수 있도록 한다.

## 최종 Product

1. 립모션을 바닥에 두고 열손가락을 트래킹 하도록 한다.
2. 컨트롤러에 비해 타자 속도가 빨라졌다.
3. 햅틱 글러브를 사용하여 타자를 칠 때, 진동감을 준다.
4. 사용자는 원하는 세기의 진동으로 바꿀 수 있다.(약, 중, 강, 없음)
5. F, J의 위치포인트 색상을 다른 키캡과 다르게 주어 키보드의 위치를 인지하는데 쉽게 한다.
6. 타자를 칠 때, 청각 피드백을 위해 소리를 주도록 하고, 타자와 싱크가 맞도록 한다.
7. 키보드의 인지가 쉽도록 키보드 글자 크기를 크게 한다.



본산 분석: 원원 배치법

요약표				
간자의 수	관측수	합	평균	분산
Column 1	3	12.72	4.24	1.6464
Column 2	3	20.53	6.843333	1.128633
Column 3	3	19.53	6.51	3.7227
Column 4	3	15.54	5.18	2.6688
Column 5	3	13.875	4.625	6.194725

본산 분석

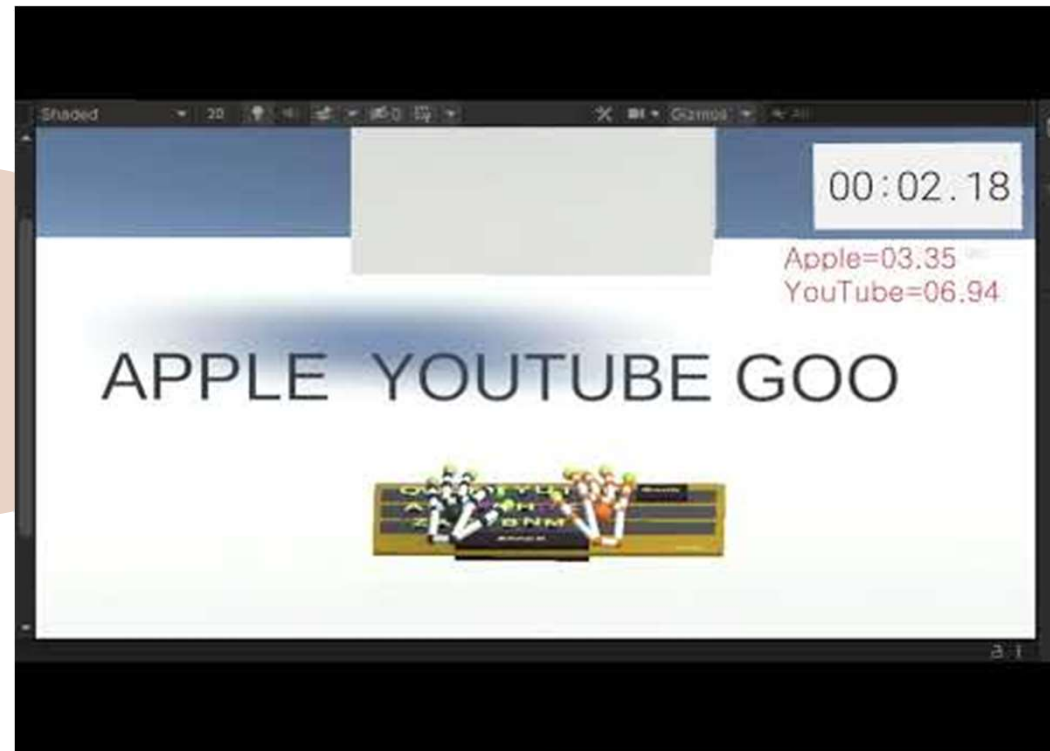
경통의 요인	제곱합	자유도	제곱 평균	F 비	P-값	F 기각치
처리	15.83461	4	3.958652	1.288518	0.337914	3.47805
차단	30.77757	10	3.077757			

	user1	user2	user3	user4	평균
apple	3.12	5.7	4.7	3.9	4.355
youtube	5.63	7.8	8.54	7.02	7.2475
Google	3.96	7.03	6.29	4.62	5.475

	Apple	Youtube	Google
컨트롤러	7.45	8.44	5.94
열 손가락	4.35	7.24	5.47
실제 키보드	2.29	2.94	2.19



## 데모 영상



	Apple	Youtube	Google
컨트롤러	7.45	8.44	5.94
데모 영상	<b>3.35</b>	<b>6.94</b>	<b>5.77</b>

# 아쉬운 점

1. **트래킹 장비의 한계점으로 인해 시스템 개발을 원하는 방향까지 진행할 수 없었다.**
  - 발전 된 트래킹 장비가 나온다면, 트래킹 장비를 바닥에서 분리 시킨 후 바닥을 타이핑하는 방법 다시 도전해보고자 한다.
2. **더 많은 Evaluation이 필요했다.**
  - 시스템을 완성 시킨 후 Evaluation을 하며 진행했던 실험을 한번 더 했더라면 더욱 객관적인 결론을 낼 수 있었을 것이다.



감사합니다.